

筑波地震観測所の歴史と地震観測について

渡邊唯夫*・千葉平八郎**・加藤育子***

History and Seismological Observation of Tsukuba Seismological Observatory

Tadao WATANABE*, Heihachiro CHIBA** and Ikuko KATO***

筑波地震観測所の設立とその後の経過の概要

筑波地震観測所は、1908年6月筑波山に地震研究所設立調査のために田中館愛吉（物理学者）、長岡半太郎（物理学者）、古市公威（工学博士）、真野文二、大森房吉（地震学者）、辰野金吾（建築学者）、中村精男（気象学者）、中村達太郎、小藤文次郎、戸崎孝ら10名の博士が調査登山したことに端を発し、1921年9月に工事が始まり、1922年1月に完成した。当面は、筑波山微動観測所として、当時は地面の脈動は平地だけに起こり山地には無いという学説を確かめる目的もあったようである。職員は筑波山測候所の職員が兼任で仕事をしていたようである。その後、関東大地震（1923年）を契機として1927年東京大学地震研究所に移管され、筑波支所となった。その頃の東京大学の地震観測点は、本郷と筑波の2点のみであった。地震計室は断熱性の良い伊豆新島産の抗火石で作られ、今も残っている古い木造家屋と共に創立当時に建築されたものである。鉄筋コンクリート造りの観測及び研究室は、地震研究所へ所管替後、1928年に建築されたものである。観測抗は、1943年30m位に掘り進んだが、太平洋戦争の始まる時期で横抗は殆ど掘ることができなかった。1957年にはIGY（国際地球観測年）となり、観測計器も整備され名称も筑波地震観測所と変わった。現在のテレメーター地震計室は1963年に安芸敬一により建築され寄贈された。プレハブの建物は、STS関係の計器を入れるために1990年に建設された。筑波地震観測所は、筑波山（海拔876m）の3合目位の海拔250m位の東

南に位置する。山頂部は斑れい岩、その下は花崗岩の固い岩石で覆われ、中腹は斑れい岩の粗大な角礫からなる斜面堆積物によって広く覆われている。観測所のすぐ近くの岩石、花崗岩の中にも斑れい岩が取り込まれている姿を見ることができる。こうした良質な岩盤上にあると共に地震の多発地域を真下にひかえ、地理的にも関東地方の要の中心的位置にあり、関東地方の地震活動の推移の観測には最適の場所である。最近、筑波研究学園都市に多くの国立研究所ができたことにより、研究観測のテストの場として観測を通しての交流も多くなってきた。筑波地震観測所の長い歴史を語るものの一つとして観測所内の白壁には、誰がいつ始めたのか訪問者の背丈を示すライン、署名が鉛筆で無数書かれている。この署名の中には、国内外を問わず、多数の有名な地震学者の名を見ることができる。

筑波地震観測所における地震計測機器の移り変わり

大森房吉により、大森式水平振子地震計2成分を据えて倍率を約100倍にあげたところ、小振幅ながらきれいな脈動が記録されたので脈動の問題は一応解決したと記されているので、1922年7月15日が地震計による観測の始まりと思われる。この後に石本式加速度地震計が設置され、大森式地震計は撤去された。各種地震計の常数は表1の通りである。

石本式加速度地震計：1932年、水平動2成分、1933年、上下動1成分設置、煤書ドラム記録紙で観測中。

萩原式変位地震計（小ドックリ型）：水平動2成分、1933年～1949年、試験観測後、萩原式変位地震計、1949年水平動、2成分設置、煤書ドラム記録紙で観測中。

萩原式電磁地震計（HES）倍率5万倍型：1956年水平動2成分、1958年上下動1成分設置、フィルム記録、1982年に倍率1万倍でドラム記録紙に更新、1995年から倍率、3万倍に変更、観測中。

1996年1月24日受付、1996年8月26日受理。

* 地震地殻変動観測センター筑波地震観測所、** 地震地殻変動観測センター、*** 地球計測部門、（東京大学地震研究所）。

* Tsukuba Seismological Observatory, Earthquake Observation Center, ** Earthquake Observation Center, *** Division of Monitoring and Computational Geoscience, (Earthquake Research Institute, University of Tokyo).

HES, 15万倍型: 3成分, フィルム記録, 1958年~1985年1月期間観測. 更新の地震計として, MTDV-1: 1成分, MTDH-1: 2成分, 1984年5月~1987年までドラム記録紙に変更, 1987年に長時間レコーダー記録に更新, 観測中. その他, 臨時観測時にレナーコダー(流し記録)で平行観測ができる.

HES倍率1,800倍型: 3成分フィルム記録, 1958年~1985年期間観測. 更新の地震計として, PELS-73: 3成分, 倍率5,000倍, ドラム記録紙で観測中.

プレス・ユーイング型長周期地震計: 光学式3成分, 1958年~1993年期間観測.

ウッドアンダーソン捻れ地震計: 光学式水平動2成分,

表 1. 各種地震計の主な常数

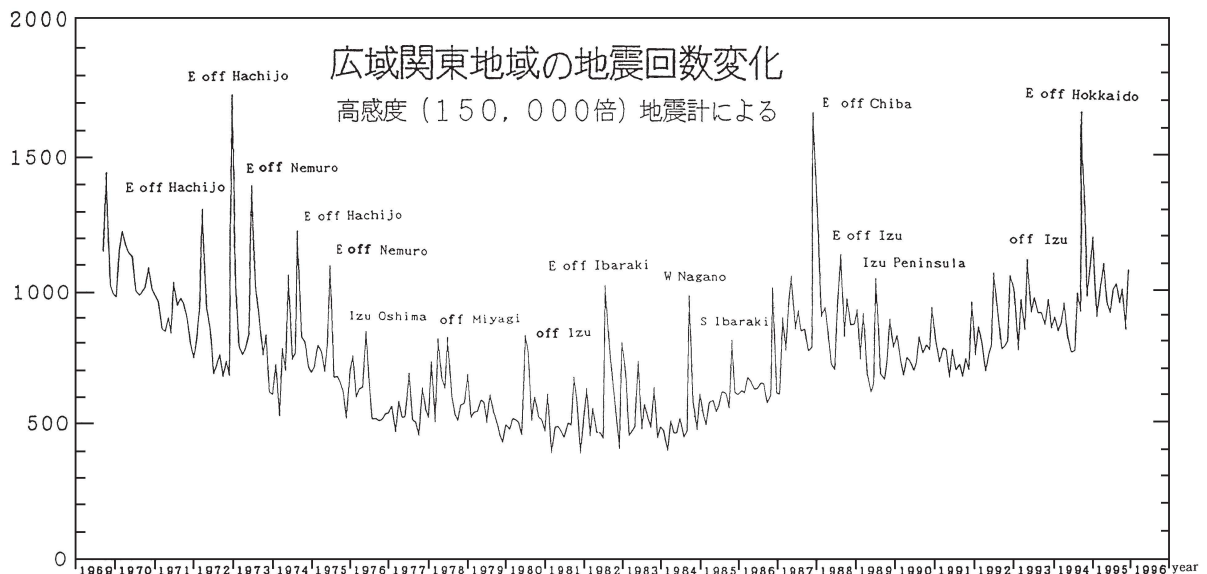
Table 1. Instrumental constants of the seismograph.

地震計名	成分	Vmax	Tp(sec)	To(sec)	備考
石本式加速時計	3	200	0.1		観測中
萩原式変位計	3	34	5.0		観測中
萩原式電磁地震計 (HES)	3	50,000	1.0	1.0	
	3	150,000	1.0	0.2	
	3	1,800	1.0	20.0	
プレス・ユーイング 型・長周期地震計	Z	700	15.0	100.0	
	N,E	1,400			
ウッド・アンダー ソン捻れ地震計	3	2,400	0.8		
MTDV-1 MTDH-1	Z	150,000	1.0		観測中
	N,E				
PELS-73	3	5,000	10.0		観測中
STS広帯域地震計	3	可変	0.1~360		観測中

図 1. 筑波地震観測所における月別地震回数

Fig. 1. Monthly frequency of earthquakes at Tsukuba Seismological Observatory.

頻度 (Frequency)



1958年～1975年期間観測.

STS広帯域地震計：1990年観測抗に設置，電話回線により東京へ送信開始. 1991年にSTS地震計のモニター用レコーダーとして，ドラム記録紙の観測によつて，プレ

ス・ユーイング型，長周期地震計は1993年観測中止.

中周期地震計（5.0秒）にて1990年5月～1991年8月まで実験観測の後一時中止，以後，1993年7月より，MTDV-1:1成分，MTDH-1:2成分倍率1万倍で観測中.

頻度 (Frequency)

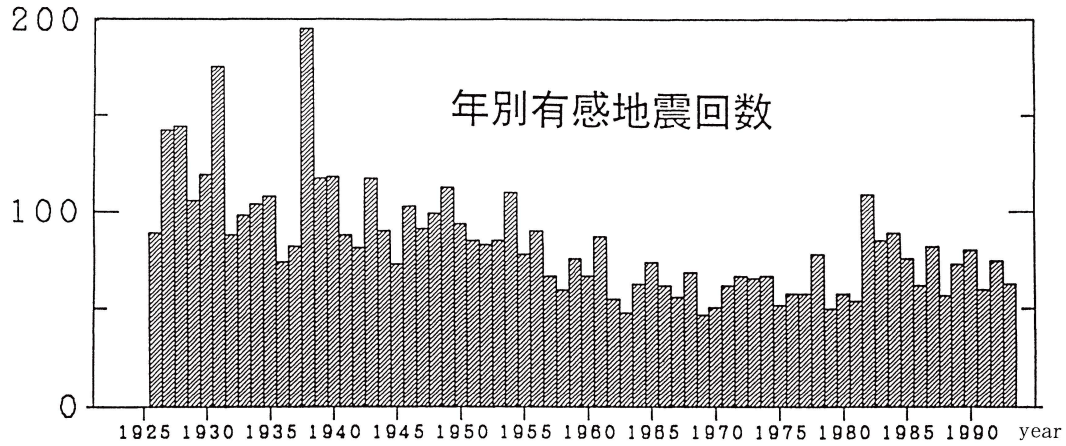


図 2. 柿岡地磁気観測所における年別有感地震回数
Fig. 2. Annual frequency of felt earthquakes at Kakioka Magnetic Observatory, JMA.

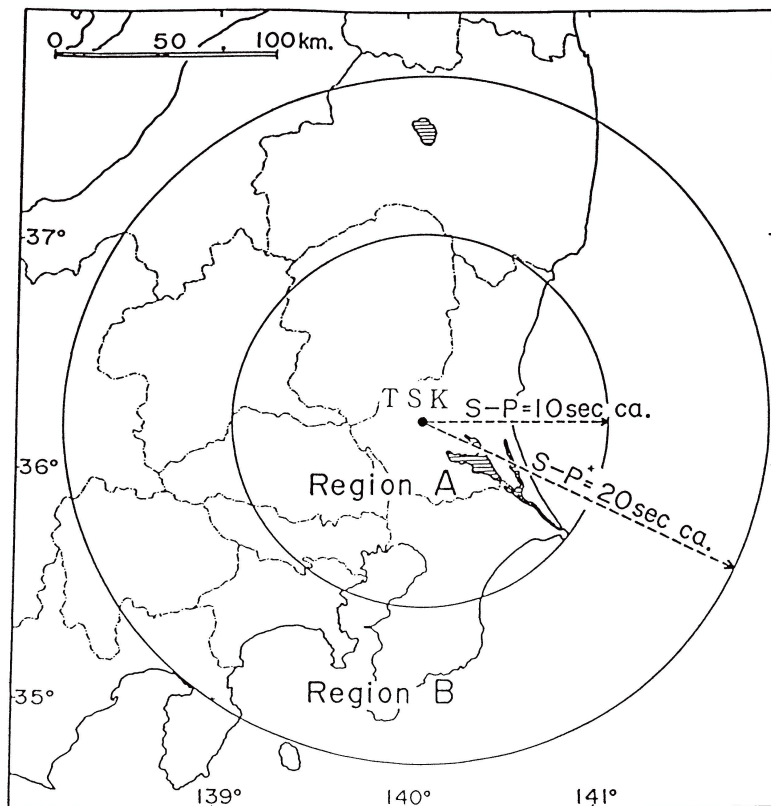


図 3. 筑波地震観測所 (TSK) からみた S-P 10 秒及び 20 秒の近似的な範囲
Fig. 3. Tsukuba Seimological Observatory and the studied area. Two circles centering at the observatory correspond to S-P intervals of 10 and 20 sec.

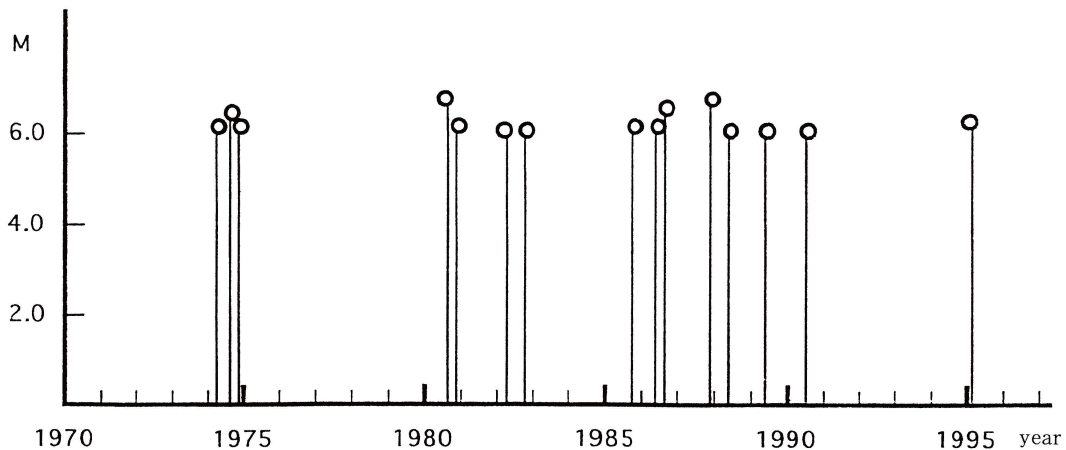


図 4. 1970 年～1995 年に M6 クラスの地震が発生した Region B 域についての M-t 図。

Fig. 4. Magnitude-time diagrams of large and major earthquakes ($M \geq 6.0$) for the areas of Region B in 1970~1995.

その他、1962 年に 0 度～180 度間に 30 度ごとに HES 型水平動 6 成分短周期地震計を配列して実験観測する。1963 年、安芸敬一より寄付された無線機室から、実験観測として堂平微小地震観測部に短周期地震計の記録が送信された。現在もその記録が東京に送られている。STS 広帯域地震計の記録データは、電話回線で建築研究所にも送られトレーニングセンターの留学生の教材にも利用されている。本所強震観測センターでも強震計 3 成分による観測を行っている。また建築研究所による強震観測用地震計での観測も行われている。以上の他、いろいろな研究機関での実験観測が行われてきたが、ここには地震観測に関するもののみを記す。

高倍率地震計による地震回数の変化

1957 年の国際地球観測年頃より HES 型電磁地震計による高倍率地震計での観測が開始され、関東地方における $M = 0.5$ 以上の地震が検知できるようになった。関東大地震 (1923 年) 以後の関東地方の地震回数の推移を見るためにも、HES 型の 15 万倍電磁式地震計から長時間記録器へと観測計器は変化してきた。地震計は、固有周期 1 秒の地震計の倍率が 15 万倍で一貫した観測にしてきた。その地震回数の移り変わりを 1970 年より図 1 に見ることができる。図 2 は、関東大地震以後の柿岡地震観測所の有感地震の回数を表記したもので、1923 年から 1970 年までの地震回数の変化がわかる。この一連の回数の変化を見る限りでは、1923 年より地震回数は減り続き、1980 年頃が最も地震活動が低い時期であったようで、それ以後は少しずつ活動が活発になっているように見られる。関東大地震以後 70 年を越えているが、この大地震の起こる数年前より関東地方における地震活動が活発だったことから、地震活動の長期的な時間的変化を見ていく必要がある。図 2 の有感地震回数で見ると 1970 年頃は地震活動が低い時期になるが、

図 1 で見るとむしろ 1995 年頃より活発である。よって、図 4 に M6.0 以上の地震 (図 3 の Region B 域内) の時系列を示した。これを見ると、微小地震の減少期と増加期では地震の発生の方に違いが見られそうである。今後も地震回数の増加の傾向が続くのか、またマグニチュード 5 クラスを越える地震が増加するのにかよって地震活動の予測が可能な場合があると思われる。そのためにも長期間の資料が必要であり、今後も持続的で一貫性のある地震回数の変化に注意することが大切である。

おわりに

地震観測をする者として、朝出勤して真っ先に一日分のモニター記録を見ることは大変に興味があるとともに、異常の無いデータを見た時にはほっとするものである。1985 年頃より中国での核実験による地震波が観測されているが、いずれの核実験波もよく見ると初動より約 120 秒後に地球の核での反射波 (PcP) がでていることが分かり、中国での核実験波であることが容易に識別できる。このように豊富な記録と観測計器を身近に見学ができることで毎年訪れるトレーニングセンターの外国の皆さんにも喜ばれている。

文 献

- 萩原尊禮, 1975, 地震研究の諸断面, 地震研究所創立五十年の歩み, 108-113.
- 那須信治, 1973, 関東大地震前後の関東地方の地震活動, 関東大地震 50 周年論文集, 21-40.
- 宇佐美龍夫, 1973, 関東地方の古い地震震央位置の範囲, 関東大地震 50 周年論文集, 1-12.
- 宇佐美龍夫, 渡邊唯夫, 1977, 関東地方の地震の集一定義と性質一, 地震研究所集報, 52, 379-406.
- 宇津徳治, 1981, 関東・中部地方およびその周辺の地震活動 (1904 年～1925 年), 地震研究所集報, 55, 111-137.